



## مدیریت آبیاری در ایران، چالش‌ها و چشم‌اندازها

چهارشنبه و پنجشنبه  
۱۳۸۸ ۵ و ۶ اسفند ماه



### عنوان مقاله:

### امکان پیش‌بینی اثرات شوری آب بر عملکرد ارقام برنج پر محصول

#### نویسنده‌ان:

(ضا اسدی<sup>۱</sup>، مجتبی (ضائی<sup>۲</sup>، ع. یوسفی فلکده<sup>۳</sup> و ا. اشرف زاده<sup>۴</sup>)

#### چکیده

مناطق زیادی از اراضی برجکاری زراعی استان مازندران متأثر از شوری خاک و آب و کاهش عملکرد ناشی از آن می‌باشد. یافتن ارقام مناسب و پیش‌بینی عکس‌العمل آن در این شرایط ضروری به نظر می‌رسد. به منظور بررسی واکنش ارقام اصلاح شده به سطوح مختلف شوری و تخمین عملکرد این ارقام با استفاده از معادلات مختلف این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو فاکتور ارقام مختلف برنج و سطوح مختلف شوری آب در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور- آمل به اجرا در آمد. نتایج نشان داد بین میزان عملکرد و صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، درصد دانه پر شده و پر نشده در خوشة، تعداد خوشه‌ها، وزن صد دانه و طول خوشه همبستگی مثبت ولی با صفات تعداد کل پنجه و درصد ناباروری پنجه همبستگی منفی وجود دارد. همچنین با استفاده از صفات تعداد و وزن خوشه می‌توان عملکرد برنج در حالت تنش شوری آب را تخمین زد. بررسی کارایی معادلات مختلف برای تخمین عملکرد در شوری‌های مختلف نشان داد معادلات نمایی در عین سادگی محاسبات، از کارایی مناسبی برای پیش‌بینی عملکرد برنج در این شرایط برخوردارند. در مجموع معادله ویبول تخمین بهتری از عملکرد بدست خواهد داد ( $R^2=0.9999$ ).

کلمات کلیدی: شوری، آب، برنج، عملکرد

۱- محقق موسسه تحقیقات برنج کشور

۲- محقق موسسه تحقیقات برنج کشور، نویسنده مسئول، آدرس: رشت - کیلومتر ۵ جاده تهران. کد پستی ۴۱۹۹۶-۱۳۴۷۵، صندوق پستی ۱۶۵۸، تلفن ۰۵۲-۶۶۹۰۰۵۲ - ۰۱۳۱ - رایانامه: mrezaeii@yahoo.com

۳- محقق موسسه تحقیقات برنج کشور

۴- استادیار دانشگاه گیلان

## مقدمه

مناطق زیادی از اراضی برنجکاری استان مازندران به دلایل گوناگون از جمله همچو ری با دریا از شوری خاک و آب رنج می‌برند. در حالیکه شوری آب و یا خاک باعث توقف جوانه زنی، کاهش تعداد خوش در متر مربع، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوش و شاخص برداشت و افزایش تعداد پنجه‌های نابارور و در نهایت کاهش عملکرد می‌شود (سعادت و همکاران ۸۴، و کیانی و همکاران ۸۵، اسلام و همکاران ۸۹، کاووسی ۷۴). شوری باعث کاهش وزن بوته، درصد پنجه بارور (خوش) است (کاسانوا و همکاران ۱۹۹۹). براساس نتایج تحقیقات دیگر غلات وابسته به تعداد پنجه بارور (خوش) است (کاسانوا و همکاران ۱۹۹۹). براساس نتایج تحقیقات انجام شده ارقام محلی استان‌های شمالی شامل ارقام ۴۳۳، حسنی و دمسياه در مقایسه با ارقام اصلاح شده از مقاومت بیشتری برخوردار هستند (رضوی پور ۷۸).

صرف نظر از منبع شوری آب آبیاری، شوری در دوره رشد رویشی باعث تاخیر در گلدهی و رسیدگی و کاهش تعداد پنجه و بیوماس سطح برگ و در مرحله رشد زایشی باعث کاهش تعداد خوشچه پر، خوش بارور، وزن صد دانه و درصد باروری دانه و افزایش نسبت پنجه‌های نابارور می‌شود. اثرات این تنفس بر عملکرد در شرایط هوای گرم و تبخیر زیاد بیشتر می‌شود (همایی ۸۱). ماس و هافمن (۹۷) گزارش کردند که تا هدایت الکتریکی آستانه، کاهش محصول صفر است و پس از آن معادله افت عملکرد نسبی به ازای افزایش هر واحد شوری (هدایت الکتریکی عصارة اشبع منطقه ریشه) از نوع خطی درجه یک می‌باشد. مقدار شوری آستانه برای برنج رقم محلی استان فارس  $dS\ m^{-1}$  ۱/۱۳ گزارش شده است (سپاسخواه و یوسفی ۲۰۰۹). اما گزارشات دیگری روند تغییرات عملکرد نسبی ارقام برنج به ازای تغییرات شوری را از نوع خطی درجه دوم (کاووسی ۷۴) و در برخی از مواقع غیرخطی بیان می‌کند (استغان ۲۰۰۵). با وجود این، تاکنون در خصوص واکنش ارقام پر محصولی که در سال‌های اخیر شده توسط موسسه تحقیقات برنج کشور اصلاح و معرفی شده‌اند صورت نگرفته است. این پژوهش به منظور بررسی واکنش این ارقام به سطوح مختلف شوری و پیش‌بینی عملکرد در شوری‌های مختلف انجام شده است.

## وسایل و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با دو فاکتور ارقام مختلف برنج شامل هشت رقم اصلاح شده و فاکتور سطوح مختلف شوری آب و در سه تکرار طی سال زراعی ۱۳۸۳ در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور-آمل اجرا شد. سطوح شوری آب شامل شاهد  $S0 = 0/8\ dS\ m^{-1}$  و تیمارهای  $S1$ ،  $S2$  و  $S3$  به ترتیب هدایت الکتریکی ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر بود. به منظور کنترل بهتر و جلوگیری از تاثیر عوامل ناخواسته این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. گلخانه مذکور با استفاده از پلاستیک و چوب در محوطه ایستگاه واقع در کیلومتر ۱۰ آمل به بابل ایجاد شد. به منظور اجتناب از اثرات سوء افزایش دمای داخل گلخانه بر برنج چند سوراخ در بدنه گلخانه تعبیه و با بالازدن پلاستیک در موقع آفتایی دمای داخل کنترل می‌شد. تعداد ۳ عدد نشاء که در شرایط معمولی آماده شده بودند در گلدان‌هایی به قطر و عمق ۲۵ سانتی‌متر که قبلاً از خاک زراعی محل پر شده بود نشاء شد. طی مدت ۱۰ روز پس از نشاکاری آبیاری با آب معمولی انجام گرفت. سپس اعمال تیمارهای طرح به صورت غرقاب دائم با ارتفاع ۵ سانتی‌متر

شروع شد. تمام مراحل زراعی به صورت معمول و کاملاً یکسان و طبق عرف منطقه انجام پذیرفت. پس از رسیدن محصول عملکرد هر گلدان بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد اندازه‌گیری و عملکرد نسبی هر رقم بر اساس عملکرد شاهد همان رقم محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بررسی دقیق‌تر تغییرات عملکرد، اجزای عملکرد نیز اندازه‌گیری و با نرم‌افزارهای SPSS و Excel بررسی شدند. برای بررسی کارایی معادلات تخمین عملکرد از پارامترهای آماری RMSE-N: جذر میانگین مجذور خط، RMSE-N: جذر میانگین مجذور خطای نرمال شده و Me: متوسط خط استفاده شد.

$$RMSE = \left( \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2 / n \right)^{0.5}$$

$$RMSE_{Normalised} = 100 \left( \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2 / n \right)^{0.5} / \bar{O}$$

$$Me = \sum_{i=1}^n (P_i - O_i) / n$$

$P_i$  = مقدار شبیه سازی،  $O_i$  = مقدار اندازه گیری

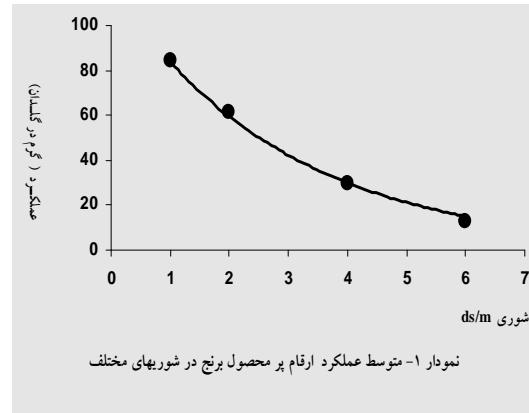
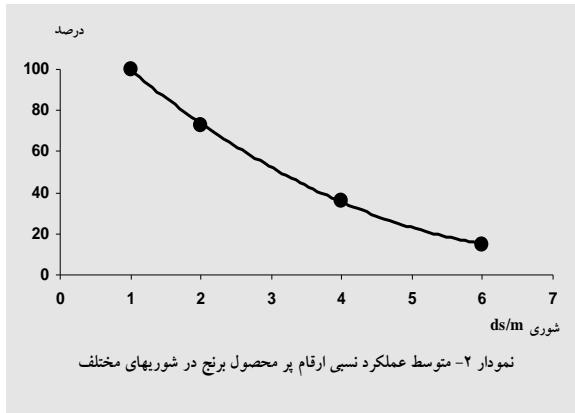
$\bar{O}$  = میانگین مقادیر اندازه گیری و  $n$  = تعداد اندازه گیری

## تحلیل و نتیجه گیری

بر اساس نتایج (نمودار ۱) بیشترین میزان عملکرد در تیمار شاهد به میزان ۸۳/۹ گرم در گلدان مشاهده گردیده است ولی با افزایش شوری آب آبیاری به شدت از میزان عملکرد کاسته و در نهایت در تیمار S3 معادل شوری ۶ ds/m به کمترین سطح می‌رسد. که می‌تواند ناشی از حساسیت ارقام اصلاح شده به شوری باشد (۲). (نمودار ۲) (رضوی پور، زنگ ۲۰۰۰). درصد عملکرد نسبی ارقام اصلاح شده در مقایسه با شاهد در شوری‌های ۲، ۴ و ۶ دسی زیمنس بر متر به ترتیب معادل ۷۳، ۳۷ و ۱۵ درصد و به همین ترتیب افت نسبی عملکرد در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد (نمودار ۲) به ترتیب معادل ۲۳، ۶۳ و ۸۵ درصد می‌باشد. حداکثر افت عملکرد نسبت به تیمار شاهد به میزان ۴۱ درصد در محدوده شوری قابلی به ترتیب برابر ۲۳، ۵۳ و ۵۹ درصد می‌باشد. در این مورد نیز ابتدا با افزایش شوری روند افت عملکرد نسبت به تیمار قبلی قابلی زیاد شده تا اینکه در محدوده شوری ۲ تا ۱ ۴dS m-1 به حداکثر رسیده ولی پس از آن از این روند کاسته می‌شود.

با در نظر گرفتن ۹۰ درصد عملکرد بعنوان کاهش عملکرد شوری آب آبیاری ۱/۳dS m-1 می‌باشد. ولی میزان درصد افت عملکرد به ازای افزایش یک واحد شوری در شوری‌های مختلف تغییر می‌کند شیب خط افت عملکرد با تغییر شوری در ابتدا زیاد شده ولی رفته رفته از شیب خط کاسته می‌شود. درجه دوم بودن خط معادله عملکرد ارقام پر محصول نسبت به شوری نشان دهنده حساسیت این ارقام به تنش اسمزی و کاهش سریع عملکرد در شوری‌هایی تا حد ۱ ۴dS m-1 می‌باشد (کاوهوسی ۷۴). با بررسی بیشتر این معادله مشخص می‌شود میزان عملکرد ارقام برجسته‌تر در شوری ۱ ۴dS m-1 به حداقل ممکن تقلیل پیدا می‌کند. بررسی ماتریس همبستگی بین شوری و اجزای عملکرد و صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش

(جدول ۱) نشان می‌دهد تغییرات عملکرد در این آزمایش بیشتر توسط صفات تعداد خوش، وزن خوش، تعداد دانه در خوش، درصد ناباروری خوش، تعداد دانه پر توجیه می‌شود. با توجه به اینکه صفت وزن خوش در حاصل‌ضرب تعداد دانه پر (حاصل‌ضرب درصد باروری در تعداد کل دانه است) می‌باشد می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تغییرات عملکرد عمدتاً تحت تاثیر دو صفت تعداد خوش و وزن آن می‌باشد که با نتایج دیگر محققین هماهنگی دارد (کاسانوا ۲۰۰۰).



با توجه به جدول ۲، تخمین معادله کلی عملکرد در تمام شوری‌ها و صفات اندازه‌گیری شده با استفاده از روش گام به گام با ورود چهار صفت تعداد خوش، وزن یک خوش، نسبت ناباروری پنجه و دانه‌های پوک معادله و حذف بقیه صفات اندازه‌گیری شده از جمله ارتفاع در نهایت معادله با ( $R^2 = 0.871$ ) ارائه شد. یکی از راههای آزمون عملکرد شکستن آن به اجزای عملکرد می‌باشد (کاسانوا ۲۰۰۰). بر این اساس میزان عملکرد دانه در تیمارهای مختلف را می‌توان از دو صفت تعداد سالم دانه در خوش و وزن صد دانه تخمین زد. براساس جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که دو صفت فوق به تنها بی قابلی قادر به تخمین عملکرد در شوری‌های مختلف می‌باشد ( $R^2 = 0.85$ ).

جدول ۳ معادله همبستگی نهایی با استفاده از نتایج رگرسیون مرحله‌ای روش گام به گام در شوری‌های مختلف را نشان می‌دهد در شوری ۲ عملکرد با تعداد خوش، نسبت ناباروری پنجه، طول خوش و تعداد پنجه همبستگی بیشتری دارد. البته در رگرسیون مرحله‌ای صفات تعداد خوش، طول خوش و وزن خوش وارد شده‌اند. در شوری ۴ صفات تعداد خوش و درصد باروری دانه با ضریب مثبت و نسبت ناباروری پنجه با ضریب منفی بیشتری همبستگی دارند. در حالیکه در رگرسیون مرحله‌ای تعداد خوش، وزن خوش و نسبت ناباروری پنجه وارد شده‌اند و در نهایت اینکه در شوری ۶ میزان عملکرد همبستگی بیشتری با تعداد دانه پر در خوش (درصد باروری دانه) و وزن خوش دارند.

به منظور بررسی امکان تخمین عملکرد ارقام مختلف اصلاح شده در شوری‌های مختلف از چند معادله استفاده گردید. ضرائب معادلات تخمین عملکرد نسبی ارقام اصلاح شده در جدول ۴ و پارامترهای ارزیابی این معادلات در جدول ۵ و نمودار ۳ ارائه شده است. برخی از این معادلات در دو بخش شوری‌های کم (قبل از شوری آستانه) و شوری‌های زیاد خطای زیادی در تخمین را نشان می‌دهند. معادلات خطی مورد استفاده به

دلیل تخمین عملکرد کمتر از مقدار واقعی در شوری‌های زیاد مناسب نمی‌باشد. در این معادلات نقطه عملکرد صفر در شوری‌های کمتر از شوری واقعی اتفاق می‌افتد به همین منظور پیشنهاد شده است که در این موقع از معادلات همبستگی چندگانه برای تخمین شوری استفاده گردد. به نظر می‌رسد معادلات نمایی و معادله ویبول تخمین بهتری از عملکرد را بدست خواهد داد. براساس این جداول معادله ویبول با بیشترین مقدار ضریب تنبیه و کمترین مقادیر RMSEN بهترین معادله در بین معادلات مورد استفاده بوده است. همچنین معادلات مدل‌های نمایی علیرغم سادگی محاسبات، کارایی خوب و مناسبی در تخمین عملکرد برج در شرایط شوری دارند. که می‌تواند بعنوان معادله ساده و مناسب برای تخمین عملکرد برج بکار رود.

جدول ۱ - ماتریس ضرائب همبستگی کلی بین صفات اندازه گیری شده

	وزن ناپارویی پنجه	تعداد خوشه	وزن خوشه	داده در خوشه	داده دانه پوک	طول خوشه باروری %	دانه پر دانه پوک	وزن دانه	تعداد صد دانه	وزن پنجه	عملکرد ارتفاع
عملکرد	-0/79 ***	0/80 **	0/63 **	0/59 **	0/68 ns	0/59 **	0/36 **	0/47 **	0/33 **	0/003 ns	0/32 ***
ارتفاع	-0/20 *	-0/21 ns	0/55 ns	0/56 **	0/01 ns	0/54 **	0/29 ***	-0/05 ns	0/19 ns	-0/42 **	1
تعداد پنجه	0/30 **	0/27 *	-0/23 *	-0/26 *	-0/11 ns	-0/22 *	-0/07 ns	0/22 *	-0/06 ns	-0/03 ns	1
وزن صد دانه	-0/18 ns	0/15 ns	0/41 **	0/11 ns	0/005 ns	0/11 ns	0/05 ns	0/10 ns	0/10 ns	0/10 ns	1
طول خوشه	-0/38 **	0/48 ***	0/28 **	0/28 **	0/10 ns	0/25 *	0/12 ns	0/12 ns	0/12 ns	0/12 ns	1
باروری %	-0/17 ns	0/19 ns	0/60 **	0/30 **	-0/75 **	0/66 ***	0/66 ***	0/66 ***	0/66 ***	0/66 ***	1
دانه پر	-0/32 **	0/22 *	0/95 ns	0/91 **	-0/11 ns	0/11 ns	0/11 ns	0/11 ns	0/11 ns	0/11 ns	1
دانه پوک	-0/11 ns	-0/00 ns	-0/08 ns	0/32 **	1						
داده در خوشه	-0/35 ***	0/21 **	0/87 **	0/87 **	1						
وزن خوشه	-0/36 **	0/26 *	1								
تعداد خوشه	-0/80 **	1									
ناپارویی پنجه	1										

\*\* و \* : به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪ درصد ns : غیرمعنی‌دار

جدول ۲ - نتایج رگرسیون مرحله‌ای کلی بین عملکرد و صفات اندازه گیری شده

جزای عملکرد	معادله	R <sup>2</sup>
	PD = 2.608PD-1.446 Y تعداد خوشه :	0/63
	SWE = 2.202PD+15.138SWE-29.821 Y تعداد خوشه، وزن یک خوشه	0/85
تعداد خوشه، وزن یک خوشه، نسبت باروری پنجه نابارور N	Y = 1.628D+13.946SWE-0.267N -4.4	0/86
تعداد خوشه + وزن یک خوشه + نسبت باروری پنجه نابارور + دانه‌های پوک p	Y = 1.706D+14.367SWE-0.229N +0.164P-15.58	0/87

جدول ۳ - نتایج رگرسیون مرحله ای با استفاده از روش گام به گام در شوری های مختلف

Ec	معادله	R <sup>2</sup>
۰/۸	Y=1.874 PD + 8.595 SWE + 33.567	۰/۷۰
۲	Y=1.893PD + 1.671 Pl + 7.351SWE - 42.604	۰/۸۰
۴	Y=1.221 PD + 10.342 SWE - 0.136 N -3.004	۰/۹۱
۶	Y= 0.17 SS - 0.233 N +18.517	۰/۸۱

SWE : وزن یک خوش N : نسبت باروری پنجه نایارور  
 PD : تعداد خوشه SS : درصد دانه پر (باروری دانه)  
 Pl : طول خوشه P : تعداد دانه های پوک

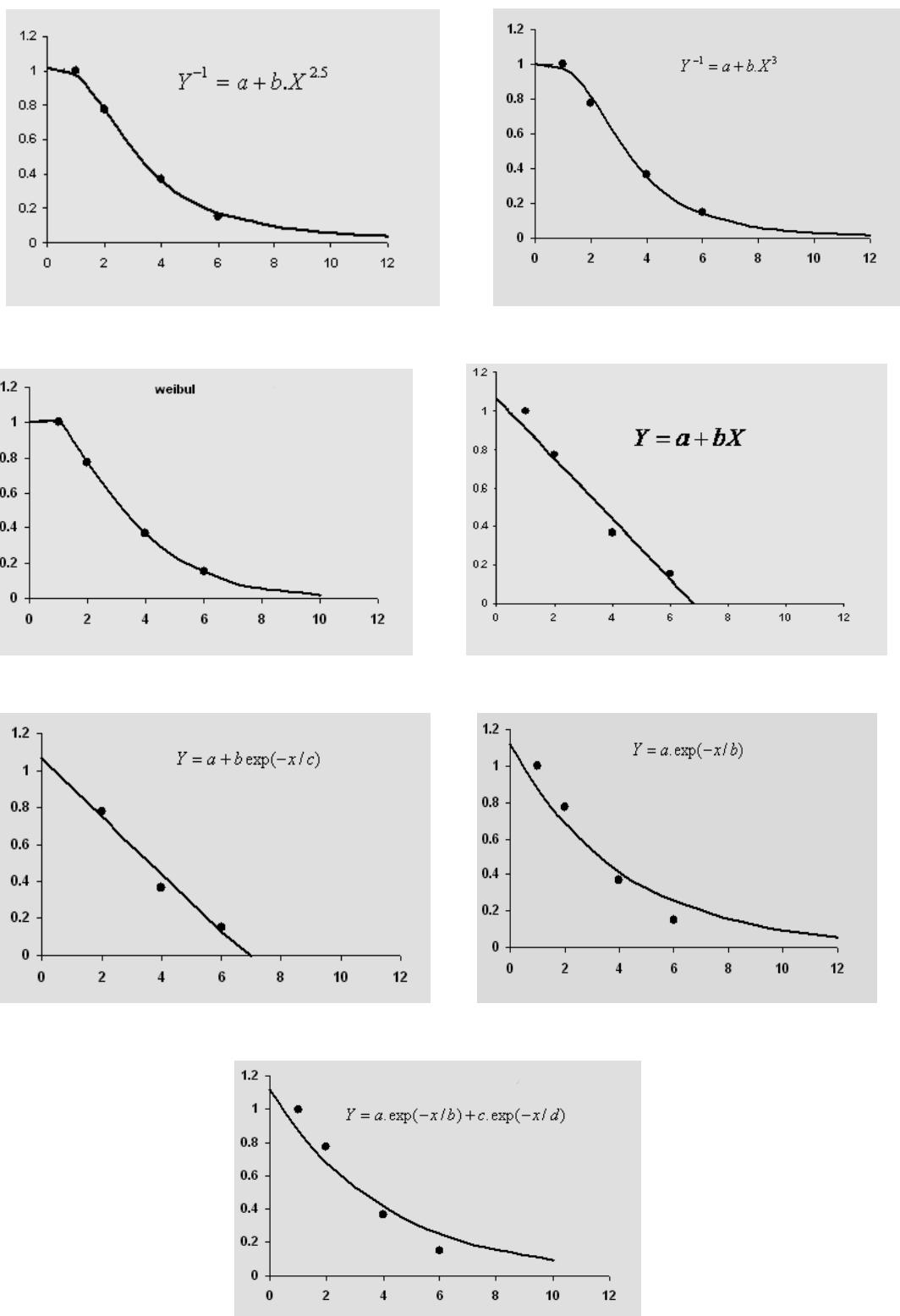
جدول ۴ - مقادیر ضرائب بدست آمده برای معادلات مختلف

d	c	b	a	شماره معادله
		-۰/۱۵۷	۱/۰۶۶۱	y=a+bx ۱
۱/۲۲۸۴	۲/۸۷۳۸	۰/۴۰۰۸۷	۱/۰۶۷۹	Weibull (a,b,c,d) *
۴/۰۷۳۸	۰/۲۲۰۰	۴/۰۵۷۹	۰/۸۸۹۹	y=a exp(-x/b)+cexp(-x/d) ۳
۵۲۵۱۳۳	۸۲۲۴۹/۹	-۸۲۲۴۸/۸	y= a+b exp(-x/c) ۴	
	۴/۰۶۲۸	۱/۱۱۰۳	y=a exp(-x/b) ۵	
	۰/۰۵۰۳	۰/۹۷۳۰۰	y <sup>-1</sup> =a+bx <sup>2.5</sup> ۶	
	۰/۰۲۸۳	۰/۹۹۶۹	y <sup>-1</sup> =a+bx <sup>3</sup> ۷	

جدول ۵ - مقادیر محاسبه شده برای معادلات مختلف

R2	RMSEN	RMSE	Me	معادله	شماره معادله
۰/۹۶۷۸	۹/۳۲۵	۰/۰۶۱	۱E-۷	y=a+bx	۱
۰/۹۹۹۹	۰/۱۵۴۷	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۰۴	Weibull (a,b,c,d)	۲
۰/۹۱۲۶	۱۵/۳۸۰	۰/۱۰۱	۰/۰۴۵۷	y=a exp(-x/b)+c exp(-x/d)	۳
۰/۹۶۷۸	۹/۳۲۹	۰/۰۶۱	-۰/۰۵E۲/۴۱	y= a + b exp(-x/c)	۴
۰/۹۱۲۶	۱۵/۳۸۰	۰/۱۰۱	۰/۰۴۵۸	y=a exp(-x/b)	۵
۰/۹۹۶۷	۲/۹۶۲	۰/۰۲	۰/۰۱۸۲	y <sup>-1</sup> =a+bx <sup>2.5</sup>	۶
۰/۹۹۵۴	۳/۰۱۰۱	۰/۰۲۳	-۰/۰۰۲۴	y <sup>-1</sup> =a+bx <sup>3</sup>	۷

\*: y=aexp(-(n+m1/d)d+m)\*m-m\*(n+m1/d)d-1      m=(d-1)/d      n=(x-b)/c



نمودار ۳- برآورد معادلات پیش بینی عملکرد در شوریهای مختلف با داده های مزرعه ای  
X: شوری (دسی زیمنس بر متر) Y: عملکرد نسبی (درصد)

## منابع

- ۱- رضوی پور. ت. ۱۳۷۸. گزارش نهایی طرح بررسی مقاومت ارقام برنج نسبت به شوری آب آبیاری در اراضی ساحلی استان گیلان. موسسه تحقیقات برنج کشور.
  - ۲- سعادت س.، م. همایی، و ع. م لیاقت. ۱۳۸۴. اثر شوری خاک بر جوانه زنی و رشد گیاهچه سورگوم علوفه ای. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۹ شماره ۲۵۴. ص ۲۴۳-۲۵۴.
  - ۳- کاووسی. م. ۱۳۷۴. تعیین مدل مناسب پیش بینی عملکرد برنج در شوریهای مختلف برای ارقام سپیدرود، حسن سرایی و خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. ۹۰ ص.
  - ۴- کیانی، ع. ر.، م. همایی، و م. میرلطیفی. ۱۳۸۵. ارزیابی توابع کاهش عملکرد گندم در شرایط توام شوری و کم آبی. مجله علوم خاک و آب. جلد ۲۰ شماره ۱. ص ۸۳-۷۳.
  - ۵- همایی. م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- 6-Aslam M, R. H. Qureshi, N. Ahmed and S. Muhammed. 1989. Salinity tolerance in rice (*Oryza sativa L.*) Morphological studies. Pak. J. Agric. Sci. 26: 92-98.
- 7-Beatriz G., N. Piestun, and N. Bernstein. 2001. Salinity-Induced Inhibition of Leaf Elongation in Maize Is Not Mediated by Changes in Cell Wall Acidification Capacity. Plant Physiology. 125: 1419-1428.
- 8-Casanova D., J. Goudriaan, J. Bouma, and G. F. Epema. 1999. Yield gap analysis in relation to soil properties in direct-seeded flooded rice. Geoderma. 91: .191–216.
- 9-Casanova D., J. Goudriaan, M. M. Catala Forner, J. C. M. Withagen. 2000. Rice yield prediction from yield components and limiting factors.
- 10-Mass, E. V. and G. J. Hoffman. 1997. Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrig. Drain Div. Proc. Am. Soc Civil Eng. 103:115-134.
- 11-Sepaskhah, A. R. and A. yousofi-Falakdehi. 2009. Interaction between the effects of deficit irrigation and water salinity on yield and yield component of rice in pot experiment. Plant Prod. Sci. 12(2):168-175.
- 12-Steppuhn, H. M. Th. van Genuchten, and C. M. Grieve. 2005. Root-Zone Salinity: I. Selecting a Product-Yield Index and Response Function for Crop Tolerance . Published in Crop Sci. 45:209–220.
- 13-Zeng L. and M. C. Shannon. 2000. Effects of Salinity on Grain Yield and Yield Components of Rice at Different Seeding Densities. Agron. J. 92:418–423.